

UJI EMPAT ISOLAT *Trichoderma harzianum* PADA PENGOMPOSAN KOTORAN SAPI DAN AYAM DAN PENGARUHNYA TERHADAP PERTUMBUHAN MENTIMUN *IN PLANTA*

Muhammad Firdaus Oktafiyanto, Loekas Soesanto^{*)}, Endang Mugiastuti, Ruth Feti Rahayuniati, Tamad

Fakultas Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman,
Jl. dr. Suparno, Karangwangkal, Purwokerto 53123

^{*)}email korespondensi: lukassusanto26@gmail.com

Abstract. A research aimed at: 1) determining influence of four *Trichoderma harzianum* isolates in composting waste (chicken and cow), 2) interaction between *T. harzianum* and the waste on growth, and 3) the best compost for cucumber. Randomized block design with 10 treatments and 3 replicates was used. The treatments consisted of chicken manure and cow dung, *T. harzianum* T10, T16, T213, and T14. The variables were pH, C/N ratio, temperature, compost color, conidia density and viability, growth component, plant tissues analysis, and plant N uptake. *T. harzianum* T10 and T14 could decrease C/N ratio in cow dung. The best *T. harzianum* was T14 in cow dung indicated by the highest value of plant length 76 cm, root length 22 cm, and canopy wet weight 14.96 g. *T. harzianum* T10 in cow dung gave the highest value at fresh plant weight 17.86 g, root fresh weight 3.04 g, and number of leaves 8.88 leaves.

Keywords: Chicken manure, cow dung, *Trichoderma harzianum*, cucumber

Abstrak. Penelitian bertujuan: 1) mengetahui pengaruh empat isolat *Trichoderma harzianum* dalam pengomposan kotoran (ayam dan sapi), 2) interaksi *T. harzianum* dan kotoran terhadap pertumbuhan, dan 3) kompos terbaik untuk tanaman mentimun. Rancangan Acak Kelompok digunakan dengan 10 perlakuan dan 3 ulangan. Perlakuan terdiri atas kotoran ayam dan sapi, *T. harzianum* T10, T213, T14, dan T16. Variabel yang diamati pH, C/N rasio, suhu, warna kompos, kepadatan dan kegigasan konidium, komponen pertumbuhan, analisis jaringan tanaman, dan serapan N tanaman. *T. harzianum* T10 dan T14 mampu menurunkan C/N rasio pada kotoran sapi. *T. harzianum* terbaik adalah T14 pada kotoran sapi yang memiliki nilai tertinggi pada panjang tanaman sebesar 76 cm, panjang akar 22 cm, dan berat basah tajuk 14,96 g. *T. harzianum* T10 pada kotoran sapi memiliki nilai tertinggi pada berat tanaman segar 17,86 g, bobot basah akar 3,04 g, dan jumlah daun 8,88 helai.

Kata kunci: kotoran ayam, kotoran sapi, *Trichoderma harzianum*, tanaman mentimun

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara agraris yang sebagian besar penduduknya bermata pencaharian sebagai petani. Salah satu tanaman yang dibudidayakan adalah hortikultura khususnya mentimun (Sumpena, 2001).

Teknik budidaya tanaman mentimun masih dilakukan secara konvensional, yaitu dengan menggunakan pupuk kimia sebagai sumber nutrisi utama. Penggunaan pupuk kimia akan menyebabkan penurunan kualitas tanah (Chen, 2006; Gong et al., 2012). Penggunaan pupuk anorganik dapat mengakibatkan kerusakan dan penurunan kualitas lingkungan, pengerasan tanah dan penurunan bahan organik (Stoate,

2001), dan penurunan keragaman mikroba tanah, sehingga berakibat terganggunya pengomposan bahan organik yang menjadi sumber penting dalam ketersediaan hara di dalam tanah (Savci, 2012). Cara untuk mengatasi masalah tersebut dapat dilakukan penggunaan pupuk yang terbuat dari bahan organik.

Penggunaan pupuk organik selain dapat memasok unsur hara bagi tanaman, memperbaiki sifat fisik dan kimia pada tanah, dan bahan organik, juga merupakan salah satu unsur penting untuk pertumbuhan mikroba di dalam tanah (Jannoura et al., 2014).

Pupuk organik dapat dibuat dari berbagai bahan, salah satunya dari kotoran ternak. Selain mengurangi polusi

yang disebabkan oleh menumpuknya kotoran ternak, pemberian pupuk dari kotoran ternak dapat menambah kesuburan dari tanah, karena di dalam kotoran terdapat unsur yang dibutuhkan tanaman untuk pertumbuhannya (Gupta et al., 2016).

Pembuatan pupuk organik tidak lepas dari penggunaan mikroba sebagai stater. Mikroba dapat berperan sebagai pengompos senyawa organik yang berasal dari limbah tumbuhan maupun hewan, yang selanjutnya dapat berdampak pada ketersediaan hara pada lahan pertanian (Khatoon et al., 2017). Salah satu mikroba dalam pembuatan pupuk organik adalah *Trichoderma* sp., selain berfungsi sebagai agensia pengendali hayati bagi patogen tular-tanah (Schwarze et al., 2012).

Trichoderma sp. dinilai dapat mengomposkan bahan organik. Sesuai pendapat Waghunde et al. (2012), jamur *Trichoderma* sp. mampu merombak limbah pertanian menjadi bahan organik, karena jamur ini mempunyai enzim yang kompleks Waktu yang dibutuhkan *Trichoderma* sp. saat mengomposkan bahan organik yaitu 30-240 hari tergantung bahan organik (Singh et al., 2015; Wagh & S.V., 2015).

Penelitian ini bertujuan untuk: 1) mengetahui pengaruh empat isolat jamur *T. harzianum* dalam pengomposan limbah kotoran (ayam dan sapi), 2) pengaruh interaksi antara *T. harzianum* dan kotoran terhadap pertumbuhan tanaman mentimun, dan 3) menentukan kompos paling baik digunakan untuk tanaman mentimun..

METODE

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Perlindungan Tanaman dan Rumah Kaca, Fakultas Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto.

Penyiapan Isolat *T. harzianum*

Keempat isolat *T. harzianum* yang digunakan, yaitu T10 (Soesanto et al., 2005), T16 (Haryono, 2007), T213 (Santoso et al., 2007), dan T14, adalah koleksi Laboratorium Penyakit Fakultas Pertanian Universitas Jenderal Soedirman. Keempat isolat diperbanyak ke medium PDA lalu diinkubasi selama 10-12 hari, setelah itu diperbanyak ke medium jagung, dan diinkubasi selama 10-12 hari (Heydari & Pessarakli, 2010).

Penyiapan kotoran hewan

Kotoran hewan yang digunakan berumur 1-3 hari. Kotoran sapi diperoleh dari kandang Eksfarm, Fakultas Peternakan, Universitas Jenderal Soedirman dan kotoran ayam diperoleh dari peternak ayam petelur di Kecamatan Sumbang, Kabupaten Banyumas.

Pembuatan kompos

Pembuatan kompos dilakukan dengan memasukkan 500 g kotoran dengan 100 g isolat ke dalam ember plastik kemudian diaduk hingga rata dan ditutup (Rahimah et al., 2015). Berikut adalah faktor dalam pengomposan limbah kotoran ayam (A), kotoran sapi (S), isolat *T. harzianum* yang berbeda, yaitu T0 = tanpa isolat jamur, T1 = *T. harzianum* T213, T2 = *T. harzianum* T10, T3 = *T. harzianum* isolat T14, dan T4 = *T. harzianum* T16.

Penyiapan medium tanam

Hasil pengomposan dicampur tanah dengan perbandingan 1 : 1, yang digunakan sebagai medium tanaman mentimun.

Rancangan percobaan

Penanaman tanaman mentimun dilakukan dengan rancangan Rancangan Acak Kelompok (RAK). Berdasarkan faktor tersebut diperoleh 10 perlakuan, kemudian diulang sebanyak 3 kali sehingga diperoleh 30 unit percobaan.

Variabel pengamatan

Variabel pengamatan kompos yaitu pH, rasio C/N, suhu kompos, warna kompos, kepadatan konidium, dan kegigasan konidium. Variabel pertumbuhan tanaman mentimun yang diamati berupa panjang tanaman, jumlah daun, panjang akar, bobot tanaman segar, bobot tajuk segar, bobot akar segar, bobot

tajuk kering, analisis kandungan fenol kualitatif (Chairul, 2003) dan analisis kandungan nitrogen tanaman.

Analisis data

Data dianalisis dengan uji F pada taraf 5%. Apabila berbeda nyata, dilakukan menggunakan DMRT (Duncan's Multiple Rank Test) dengan taraf kesalahan 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengomposan Limbah Kotoran Sapi dan Ayam

1. Perubahan C-Organik, N total, Rasio C/N dan pH

Tabel 1. Kandungan C-Organik, N total, Rasio C/N dan pH pada kotoran sapi dan ayam

Parameter	Satuan	PK Sapi	PK Ayam	Metode
C- Organik	%	30,14	31,42	Kolorimetri
N-Total	%	1,37	1,34	Kjeldah
Nisbah C/N		21,89	23,29	
pH H ₂ O		8,41	6,85	Elektrometri

Keterangan: Data merupakan hasil pengukuran awal sebelum perlakuan.

Hasil analisis awal menunjukkan bahwa Nilai C/N ratio kotoran ayam dan sapi masih relatif tinggi. Selanjutnya bahan dikomposkan dengan empat isolat

T. harzianum yaitu T213, T10, T14, dan T16, selama 30 hari lalu dianalisis. Hasil analisis kotoran akhir diperoleh data sebagai berikut (Tabel 2):

Tabel 2. Kandungan C Organik, N total, Rasio C/N dan pH pada Perlakuan Akhir

No	Kompos	N Total(%)	C-Organik(%)	pH H ₂ O	C/N ratio
1	T0S	1,64	24,69	6,63	14.98
2	T1S	1,56	26,51	7,47	16.94
3	T2S	1,50	21,35	6,74	14.16
4	T3S	1,74	24,98	6,62	14.29
5	T4S	1,58	24,33	6,85	15.31
6	T0A	1,34	13,65	7,58	10.12
7	T1A	1,29	14,44	7,86	11.12
8	T2A	1,19	13,19	7,96	11.06
9	T3A	1,26	15,75	7,89	12.46
10	T4A	1,37	15,87	7,59	11.56
Metode		Kjeldah	Kolorimetri	Elektormetri	

Keterangan: Data hasil perlakuan pengomposan. T0=Kontrol (Kotoran hewan tanpa diberi *T. harzianum*), T1=T213, T2=T10, T3=T14, T4= T16, A = Kotoran Ayam, dan S=Kotoran Sapi.

Perubahan pH yang terjadi pada kotoran ayam dan sapi disebabkan pengomposan oleh mikroba yang dapat mengeluarkan enzim untuk mempercepat pengomposan bahan organik dan juga asam organik. Salah satu mikroba yang dapat menghasilkan asam organik adalah *T. harzianum* yang dapat menghasilkan asam humat, asam fulvat, asam laktat, asam asetat dan asam oksalat (Yelianti et al., 2009).

Penyebab turunnya pH pada kotoran ayam karena terbentuknya asam humat. Asam humat di dalam tanah berguna untuk mengikat logam berat seperti Al yang menjadi masalah pada tanah masam. Hal tersebut disampaikan Sukmawati (2011), pemberian asam humat dapat meningkatkan konsentrasi pH.

Penurunan pH pada kotoran sapi karena akumulasi asam yang terbentuk saat pengomposan, menyebabkan terjadinya penurunan pH pada kotoran sapi. Hal tersebut dijelaskan Fahmi et al. (2009), penurunan pH tanah ini disebabkan oleh pengaruh asam-asam organik yang dihasilkan dari proses pengomposan. Menurut Kyuma (2004), asam asetat adalah asam organik yang paling dominan terbentuk pada pengomposan bahan organik di tanah tergenang dan memiliki pengaruh keasaman terhadap tanah.

Taufik (2011) menjelaskan, penambahan bahan organik dapat menurunkan pH akibat menghasilkan asam yang dominan, selain penurunan penambahan bahan organik juga dapat meningkatkan pH pada tanah masam karena bahan organik dapat mengikat Al.

Penurunan C/N yang terjadi pada semua perlakuan disebabkan oleh kegiatan mikroba, karena mikroba menggunakan bahan organik sebagai sumber karbon, yang dimanfaatkan untuk pertumbuhan dan perkembangannya. Hal

tersebut sesuai dengan pendapat Rajesh et al., (2016), pengomposan tergantung pada kegiatan mikroba yang membutuhkan karbon sebagai sumber energi dan pembentukan sel, serta dengan nitrogen untuk pembentukan protein selnya. *T. harzianum* merupakan jamur yang memiliki aktivitas selulosis yang cukup tinggi. Jamur ini mampu menghasilkan komponen enzim selulase (Saravanakumar et al., 2016).

Pengomposan kotoran sapi dan ayam antara kontrol dan perlakuan tidak terlihat perbedaan yang nyata, karena pada limbah kotoran terdapat banyak mikroba alami yang dapat memengaruhi pendegradasian bahan organik, hal ini dikuatkan oleh pendapat Bani et al. (2018), yang menyatakan bahwa banyaknya jenis mikroba lebih memengaruhi cepat tidaknya pelapukan yang terjadi di tanah.

Semua perlakuan yang diujikan berhasil untuk mendegradasi bahan organik dengan hasil akhir nisbah C/N di bawah 20 dengan kata lain kompos dapat dinyatakan matang. Semakin tinggi nilai C/N rasio di dalam kompos menunjukkan kompos belum terurai secara sempurna atau belum matang (Surtinah, 2013). Sesuai pendapat Hanafiah (2005), bahwa kompos dengan nilai C/N kurang dari 20 menunjukkan unsur hara yang terikat pada limbah organik tersebut telah mengalami penguraian dan pemineralan, sehingga menjadi tersedia dan dapat diserap oleh akar tanaman.

Suhu Pengkomposan

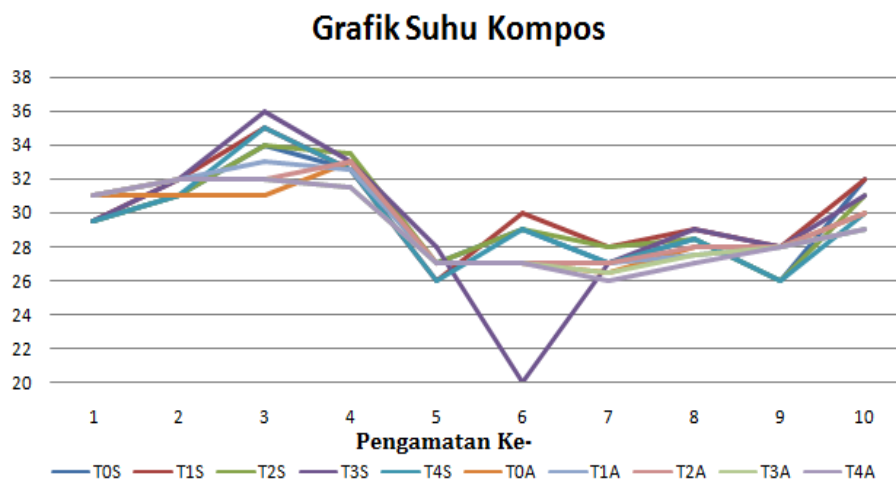
Mikroba membutuhkan suhu yang cukup panas dalam mempercepat degradasi. Berikut adalah grafik suhu pengomposan kotoran sapi yang diamati setiap tiga hari sekali (Gambar 1).

Suhu kompos dapat dijadikan salah satu penilaian untuk mengetahui kompos tersebut telah matang atau belum, pada pengamatan ke-1 sampai ke-3, suhu

kompos mengalami kenaikan lalu berangsur-angsur menurun pada pengamatan ke-4 sampai ke-5.

Hal karena pengaruh pertumbuhan mikroba yang menyebabkan perubahan suhu akibat pelepasan energi yang dikeluarkan oleh mikroba saat melakukan pertumbuhan, setelah pertumbuhan

mikroba sampai pada puncaknya suhu akan menurun diikuti oleh penurunan C/N ratio. Hal tersebut sesuai dengan pendapat Sulistyani et al. (2017), yang menyatakan, suhu awal pengomposan mengalami kenaikan suhu lalu mengalami pendinginan.



Gambar.1 Grafik Suhu Akibat Perlakuan

Keterangan: T0=Kontrol (Kotoran hewan tanpa diberi *T. harzianum*), T1=T213, T2=T10, T3=T14, T4= T16, A = Kotoran Ayam, dan S=Kotoran Sapi.

Warna Kompos

Warna kompos pada akhir pengomposan mengalami perubahan menjadi coklat kehitaman bila dipegang kompos tersebut mudah hancur atau teksturnya rapuh yang menandakan bahwa kompos tersebut dikatakan matang, hal tersebut sesuai dengan pendapat Khater (2015), yang menyatakan bahwa kompos yang telah matang memiliki ciri tidak berbau, remah, berwarna kehitaman, kemampuan mengikat air tinggi.

2. Perhitungan Konidium dan Perhitungan Kegigasan Konidium *Trichoderma* sp. pada Kompos

Perhitungan konidium dan kegigasan spora dilakukan untuk mengetahui populasi jamur *T. harzianum*

Tabel 4. Pengamatan Jumlah Konidium

dan kemampuan berkecambahnya. Jumlah konidium awal masing-masing *T. harzianum* sebagai berikut (Tabel 3).

Pengamatan konidium dan kegigasan dilakukan pada bulan berikutnya selama 4 bulan, pengamatan jumlah konidium pada bulan ke-0 sampai dengan bulan ke-3 sebagai berikut (Tabel 4 dan 5).

Tabel 3. Perhitungan Konidium Awal

Jenis <i>T. harzianum</i>	Jumlah konidium (upk/g)
<i>T. harzianum</i> T213	$1,625 \times 10^9$
<i>T. harzianum</i> T10	$6,057 \times 10^8$
<i>T. harzianum</i> T14	$7,250 \times 10^8$
<i>T. harzianum</i> T16	$6,635 \times 10^8$

Perlakuan	Jumlah Konidium (UPK/Gram) Pengamatan Bulan Ke-			
	0	1	2	3
T1S	6×10^8	$1,61 \times 10^9$	1×10^9	$3,17 \times 10^8$
T2S	$7,18 \times 10^8$	$2,39 \times 10^9$	$3,3 \times 10^8$	$5,09 \times 10^8$
T3S	$5,2 \times 10^8$	$1,12 \times 10^9$	$3,07 \times 10^8$	$5,96 \times 10^8$
T4S	$7,46 \times 10^8$	$1,81 \times 10^9$	$3,1 \times 10^8$	$5,67 \times 10^8$
T1A	$1,08 \times 10^9$	$2,27 \times 10^9$	$2,3 \times 10^8$	$7,88 \times 10^8$
T2A	$6,27 \times 10^8$	$1,29 \times 10^9$	$4,2 \times 10^8$	$1,33 \times 10^9$
T3A	$4,58 \times 10^9$	$1,76 \times 10^9$	$3,8 \times 10^8$	$7,31 \times 10^8$
T4A	$1,64 \times 10^{10}$	$2,89 \times 10^9$	$1,5 \times 10^8$	$9,71 \times 10^8$

Keterangan: T1=T213, T2=T10, T3=T14, T4= T16, A = Kotoran Ayam, dan S=Kotoran Sapi.

Tabel 5. Pengamatan Kegigasan Konidium

Perlakuan	Kegigasan Konidium (%) Pengamatan Bulan Ke-			
	0	1	2	3
T1S	94,6	85,1	91,07	81,19
T2S	100	80,45	88,79	90,78
T3S	100	85,47	95,21	88,31
T4S	100	80,23	84,24	88,14
T1A	95,3	80,91	81,48	92,98
T2A	96,6	80,05	87,14	94,24
T3A	100	83,33	88,42	91,63
T4A	100	83,46	83,33	84,38

Keterangan: T1=T213, T2=T10, T3=T14, T4= T16, A = Kotoran Ayam, dan S=Kotoran Sapi.

Fluktuasi jumlah konidium dan kegigasan konidium dapat disebabkan oleh faktor nutrisi. Jumlah dan Kemampuan berkecambah suatu konidium sangat dipengaruhi nutrisi yang tersedia pada bahan. Hal tersebut dijelaskan Basu *et al.* (2015), menyatakan penggunaan medium yang banyak mengandung bahan organik menjadi salah satu faktor berkembangnya konidium.

Lebih lanjut Basu *et al.* (2015), menyatakan bahwa komposisi dan konsentrasi medium tumbuh akan sangat berpengaruh terhadap daya tahan hidup, penspora dan daya antagonisme jamur *T. harzianum*. Menurut Qiu *et al.* (2017), konidium *T. harzianum* berkecambah dengan baik pada kelembapan udara 70%

dan pertumbuhan optimum terjadi pada suhu 35°C

B. Pengaruh Perlakuan Terhadap Komponen Pertumbuhan Tanaman Mentimun

Perlakuan kotoran ayam dan sapi diujikan dengan tanaman mentimun untuk melihat hasil pertumbuhan tanaman mentimun, penilaian pertumbuhan tanaman mentimun dilihat variabel pertumbuhannya. Berikut adalah hasil pengamatan komponen pertumbuhan tanaman mentimun(Tabel 8).

Tabel 6. Komponen pertumbuhan tanaman mentimun

Perlakuan	Bobot Tanaman Segar (g)	Bobot Basah Tajuk (g)	Bobot basah akar (g)	Bobot Kering Tajuk (g)	Jumlah Daun	Panjang akar (cm)	Panjang Tanaman (cm)
T0S	16,04 b	13,17 b	2,87 c	1,26 b	8,33 b	20,33 de	69,06 c
T1S	15,49 b	13,03 b	2,45 bc	1,09 b	8,33 b	20,22 de	66,88 c
T2S	17,86 b	14,82 b	3,04 c	1,19 b	8,88 b	16,72 a-d	70,16 c
T3S	17,77 b	14,96 b	2,81 c	1,16 b	8,66 b	22 e	76 c
T4S	16,35 b	13,92 b	2,42 bc	1,07 b	8,66 b	18,5 c-e	74,45 c
T0A	7,29 a	6,43 a	0,86 a	0,36 a	5,66 a	12,45 a	31,33 ab
T1A	9,31 a	8,06 a	1,25 ab	0,44 a	6,66 a	17,77 b-e	39,02 b
T2A	6,49 a	5,92 a	0,56 a	0,29 a	5,33 a	12,88 a	23,5 a
T3A	7,97 a	7,11 a	0,86 a	0,41 a	6,33 a	13,11 ab	33,3 ab
T4A	6,70 a	6,01 a	0,68 a	0,33 a	5,33 a	14,66 a-c	26,81 a

Keterangan: T0=Kontrol (Kotoran hewan tanpa diberi *T. harzianum*), T1=T213, T2=T10, T3=T14, T4= T16, A = Kotoran Ayam, dan S=Kotoran Sapi.

Berat Basah Tanaman dan Tajuk

Perlakuan yang memiliki bobot tanaman tertinggi adalah perlakuan *T. harzianum* T10 dan kotoran sapi (T2S) dengan berat 17,86 g, perlakuan tersebut tidak menunjukkan perbedaan yang nyata dengan kontrol kotoran sapi (K0S) yang memiliki berat 16,04 g, perlakuan *T. harzianum* T10 dan kotoran sapi memiliki nilai lebih tinggi sebesar 63,66 % lebih tinggi, dibandingkan dengan *T. harzianum* T10 dan kotoran ayam (T2A) 6,49 g.

Hal tersebut dapat terjadi karena ada perbedaan kandungan hara antara kotoran ayam dan sapi sehingga pertumbuhan perlakuan kotoran sapi lebih baik, pernyataan tersebut sesuai dengan pendapat Lahadassy et al. (2007), untuk mencapai berat segar optimum, tanaman membutuhkan banyak energi maupun unsur hara agar peningkatan jumlah maupun ukuran sel dapat mencapai optimum serta memungkinkan adanya peningkatan kandungan air tanaman yang optimum pula.

Perlakuan yang memiliki berat tajuk tertinggi adalah perlakuan *T. harzianum* T14 dan kotoran sapi (T3S) dengan berat 14,96 g dan perlakuan tersebut tidak menunjukkan perbedaan yang nyata dengan kontrol kotoran sapi (T0S) yang memiliki berat 13,17 g. *T. harzianum* T14 lebih memiliki nilai 60,4% dibandingkan dengan *T. harzianum* T10 dan kotoran ayam (T2A) yang memiliki berat 5,92 g. Halifu et al. (2019), menjelaskan inokulasi *Trichoderma* mampu meningkatkan biomassa semai, indeks struktur akar, nutrisi tanah, dan aktivitas enzim tanah dibandingkan dengan kontrol. Selain itu, mikroba yang terkandung dalam pupuk mikroba terutama *Trichoderma* sp. mempunyai kemampuan berkompetisi dengan patogen terbawa tanah terutama dalam mendapatkan nitrogen dan karbon.

Bobot Basah Akar

Perlakuan yang memiliki nilai tertinggi adalah perlakuan *T. harzianum* T10 dan kotoran sapi (T2S) sebesar 3,04 g, perlakuan *T. harzianum* T10 dan kotoran sapi memiliki persentase 90,4% lebih

tinggi dibandingkan *T. harzianum* T10 dan kotoran ayam (T2A) yang memiliki berat 0,56. Hasil yang diperoleh pada perlakuan bobot basah tanaman menyatakan bahwa *T. harzianum* T10 kotoran sapi dapat memberikan bobot basah akar tertinggi dibandingkan dengan perlakuan lain.

Hal tersebut dikarenakan, akar yang terkoloni *T. harzianum* akan lebih lebat dibandingkan dengan akar yang tidak terkoloni *T. harzianum*. Menurut Wulandari *et al.* (2012), pemberian 40 g *T. harzianum* dapat meningkatkan volume akar, yang akan menambah kemampuan akar untuk menyerap unsur hara.

Bobot Kering Tajuk

Nilai tertinggi ditunjukkan oleh perlakuan kontrol kotoran sapi (T0S) tetapi tidak menunjukkan perbedaan yang nyata antar-kotoran sapi. Sementara hasil terendah ditunjukkan oleh perlakuan *T. harzianum* T10 kotoran ayam. Perbedaan antara perlakuan kotoran ayam dan sapi diakibatkan oleh kandungan unsur hara yang ada di dalamnya. Hasil analisis N total (%) dan C-Organik yang dilakukan di akhir pengomposan (Tabel 2) menunjukkan bahwa nilai N total (%) dan C-Organik kotoran sapi lebih tinggi dibandingkan dengan kotoran ayam, sehingga ketika diuji ke tanaman hasilnya akan lebih tinggi. Salah satu unsur yang dibutuhkan untuk pertumbuhan vegetatif adalah nitrogen, yaitu untuk memacu pertumbuhan tanaman pada fase vegetatif, serta berperan dalam pembentukan klorofil, asam amino, lemak dan enzim (Adamczyk *et al.*, 2010).

Jumlah Daun

Perlakuan yang memiliki nilai tertinggi adalah *T. harzianum* T10 dan kotoran sapi (T2S) dengan jumlah daun 8,88 sedangkan yang terendah adalah perlakuan *T. harzianum* T10 dan kotoran ayam (T2A) dan *T. harzianum* T16 dan kotoran ayam (T4A) yaitu 5,33. Perbedaan jumlah daun kotoran ayam dan sapi jika

dipersentasekan sebesar 39,9% jumlah daun kotoran ayam lebih rendah. Pembentukan daun dipengaruhi oleh nitrogen yang tersedia, karena nitrogen merupakan unsur yang digunakan dalam pertumbuhan vegetatif tanaman.

Hasil analisis pada Tabel 2. menyatakan bahwa kandungan N total pada kompos kotoran sapi lebih tinggi dibandingkan kompos kotoran ayam, sehingga pertumbuhan vegetatifnya lebih baik kompos kotoran sapi. Duan *et al.*, (2007) mengatakan, N merupakan faktor pembatas bagi produktivitas tanaman. Kekurangan N akan menyebabkan tumbuhan tidak tumbuh secara optimum, sedangkan kelebihan N selain menghambat pertumbuhan tanaman juga akan menimbulkan pencemaran terhadap lingkungan.

Selain keberadaan N pada kompos pemberian *T. harzianum* juga memengaruhi jumlah daun. Hasil analisis terlihat perlakuan dengan *Trichoderma* sp. Isolat jahe mempunyai jumlah daun terbanyak 8,88. Hal tersebut sesuai dengan pendapat Taufik (2011) memperlihatkan bahwa, aplikasi *T. harzianum* memacu rata-rata jumlah daun lada sebanyak 6,85 helai.

Panjang Akar

Perlakuan yang memiliki akar terpanjang ditunjukkan oleh perlakuan *T. harzianum* T213 kotoran sapi (T3S) sebesar 22 cm, sedangkan akar terpendek ditunjukkan oleh perlakuan *T. harzianum* T10 kotoran ayam (T2A) sebesar 12,88 cm. Persentase perbedaan yang terjadi sebesar 41,4%, perbedaan tersebut terjadi akibat adanya perbedaan hara pada kotoran ayam dan sapi sehingga panjang akarnya berbeda, selain itu pemberian *Trichoderma* sp. juga membantu pertumbuhan akar.

Penelitian Haryono (2007) menjelaskan, panjang akar pada perlakuan pemasteuran berbeda nyata dengan peningkatan panjang akar sebesar 54,11%.

Hal ini berkaitan erat dengan kemampuan *T. harzianum* menghasilkan senyawa berfungsi sebagai hormon tumbuh. Senyawa tersebut sangat membantu terhadap system perakaran tanaman (Halifu et al., 2019; Zhang et al., 2016).

Panjang Tanaman

Perlakuan *T. harzianum* T14 dan kotoran sapi (T3S) menunjukkan hasil yang paling tinggi sebesar 76 cm sementara yang terendah adalah perlakuan *T. harzianum* T10 dan kotoran ayam (T2A) sebesar 23,5. Perbedaan panjang tanaman yang terjadi bila dipersentasekan sebesar 69,07%. Hal tersebut karena perbedaan kandungan hara khususnya N sehingga pertumbuhannya menjadi berbeda, selain itu *T. harzianum* juga dapat memengaruhi pertumbuhan batang tanaman, selain berperan sebagai agensia hayati yang berkoloni di perakaran tanaman *T. harzianum* juga dapat mengeluarkan hormon tumbuh yang berguna untuk tanaman.

Pendapat tersebut dikuatkan oleh pernyataan Heydari & Pessarakli (2010) dan Kotasthane et al. (2015), bahwa *Trichoderma* mampu menghasilkan sejenis

hormon. Hal tersebut sesuai dengan pendapat Martínez-Medina et al. (2014) dan Rubio et al. (2017) yang menyatakan, *T. harzianum* dapat memacu pertumbuhan tanaman, karena jamur ini mensekresikan faktor regulator pertumbuhan tanaman seperti fitohormon, salah satunya hormon IAA. Gallavotti, (2013) menjelaskan bahwa hormon auksin terutama IAA dapat memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan akar dan batang tanaman. Jadi, penyebab terjadinya perbedaan tinggi tanaman salah satunya oleh berbagai hormon yang dikeluarkan oleh *T. harzianum*.

Serapan N Tanaman

Serapan nitrogen pada tanaman menunjukkan kemampuan suatu tanaman menyerap unsur nitrogen dari lingkungannya. Serapan nitrogen juga dapat dijadikan acuan bagi pertumbuhan tanaman. Hasil analisis serapan nitrogen pada tanaman yang telah dilakukan dapat dilihat pada tabel berikut (Tabel 7).

Tabel 7. Serapat N Total Tanaman

No	Perlakuan	N Total(%)	BKT (g)	Ser N (mg/tan)
1	(T0S)	2,05	1,08	22,24
2	(T1S)	1,78	1,21	21,65
3	(T2S)	1,90	1,32	25,17
4	(T3S)	1,68	1,19	20,29
5	(T4S)	2,08	1,02	21,12
6	(T0A)	4,21	0,53	22,36
7	(T1A)	2,72	0,62	16,94
8	(T2A)	4,28	0,55	23,67
9	(T3A)	3,42	0,75	25,96
10	(T4A)	4,44	0,61	27,28

Keterangan: T0=Kontrol (Kotoran hewan tanpa diberi *T. harzianum*), T1=T213, T2=T10, T3=T14, T4= T16, A = Kotoran Ayam, dan S=Kotoran Sapi.

Nilai serapan N tertinggi pada tabel di atas ditunjukan oleh perlakuan T4A. Hal tersebut menunjukkan bahwa *T. harzianum* mampu meningkatkan ketersediaan unsur

hara khususnya N. Pendapat tersebut dikuatkan oleh pernyataan Singh et al. (2014), yang menjelaskan, karbohidrat dan selulosa yang ada pada bahan

dimanfaatkan oleh *Trichoderma* sp. dan *Gliocladium* sp. sebagai sumber energi dan sumber karbon untuk membantu dalam pengomposan tersebut.

Derajat keasaman juga sangat memengaruhi keberadaan nitrogen tersedia, karena pada pH tertentu ada mikroba yang dapat memperbanyak kandungan nitrogen, contohnya mikroba penitritan seperti *Nitrosomonas* sp. dan *Nitrobacter* sp. keberadaan mikroba tersebut dapat mengubah amonia menjadi nitrit yang disebut dengan proses nitrifikasi (Amoo & Babalola, 2017).

Menurut Fumasoli et al. (2017) dan Abdulrasheed et al. (2018), derajat keasaman (pH) merupakan salah satu faktor lingkungan yang berpengaruh terhadap pertumbuhan dan aktivitas bakteri pengoksidasi amonia.

Warna daun pada perlakuan kotoran ayam dan sapi sangat berbeda; semua perlakuan kotoran sapi memiliki warna daun yang lebih pucat dibandingkan perlakuan kotoran ayam, perlakuan

kotoran sapi juga lebih cepat berbunga. Hal tersebut, dijelaskan oleh (Zhao et al., 2005), bahwa kekurangan nitrogen pada tanaman mengakibatkan adanya klorosis pada daun dewasa, yaitu berwarna kekuningan, akumulasi pigmen antosianin, penurunan kandungan protein, dan percepatan masa berbunga.

Perlakuan *T. harzianum* T14 dan kotoran sapi (T3A) merupakan perlakuan yang pertama menghasilkan bunga. Hal tersebut mungkin dipengaruhi oleh keberadaan nitrogen. Perlakuan *T. harzianum* T14 dan kotoran sapi (T3A) juga memiliki nilai serapan N paling rendah di antara lainnya (Tabel 7).

Ada beberapa faktor yang memengaruhi serapan unsur hara pada tanaman. Menurut Mokhele et al. (2012), laju serapan unsur hara oleh tanaman dipengaruhi oleh respirasi, pemadatan tanah, konsentrasi unsur hara, kerapatan dan penyebaran akar, pH tanah dan daya serap tanaman.

Tabel 8. Pengaruh Perlakuan Terhadap Kandungan Senyawa Fenol Kualitatif

Perlakuan	Glikosida	Saponin	Tanin
(T0S)	+++	+++	-
(T1S)	+++	+++	-
(T2S)	+++	++	-
(T3S)	++	+++	-
(T4S)	+++	+	-
(T0A)	++	+	-
(T1A)	+++	+	-
(T2A)	+	+	-
(T3A)	++	++	-
(T4A)	+	+	-

Keterangan: T0=Kontrol (Kotoran hewan tanpa diberi *T. harzianum*), T1=T213, T2=T10, T3=T14, T4= T16, A = Kotoran Ayam, dan S=Kotoran Sapi.

C. Hasil Uji Kandungan Fenol

Senyawa fenol merupakan salah satu senyawa yang terlibat pada mekanisme ketahanan tanaman, tampak bahwa

pemberian perlakuan jamur *T. harzianum* pada kotoran ayam dan sapi dapat meningkatkan kandungan senyawa fenol pada beberapa perlakuan. Berikut adalah tabel hasil pengamatan senyawa fenol

berdasarkan analisis secara kualitatif (Tabel 8).

Hasil analisis jaringan tanaman, menunjukkan perlakuan yang diberi perlakuan kotoran sapi memiliki kandungan fenol yang lebih besar dibanding kotoran ayam. Hal tersebut menunjukkan bahwa *T. harzianum* pada kotoran sapi lebih dapat memengaruhi keberadaan senyawa fenol walaupun sedikit. Hal tersebut telah dibuktikan oleh Soesanto & Rahayunati (2009), yang menyatakan bahwa, pemberian *T. koningi*, *T. harzianum* dan *G. virens*, dapat meningkatkan kandungan glikosida, tanin dan saponin, hal tersebut diikuti oleh ketahanan tanaman bibit pisang ambon kuning terhadap layu fusarium setelah diimbas oleh agensia hayati tersebut.

Menurut Saxena et al. (2013), mekanisme ketahanan ini tidak menghambat pertumbuhan tanaman, bahkan dapat meningkatkan produksi dan ketahanan terhadap stres lingkungan pada beberapa tanaman.

SIMPULAN

Simpulan hasil penelitian ini adalah:
1) Pemberian empat isolat *T. harzianum* pada kotoran ayam dan sapi hanya *T. harzianum* T10 dan T14 pada kotoran sapi dapat menurunkan nilai C/N ratio lebih banyak dibandingkan dengan kontrol sebesar 14,16 dan 14,29. Keempat isolat *T. harzianum* pada kotoran ayam dapat meningkatkan pH hingga kisaran agak basa sekitar 7,58-7,96 dan pada kotoran sapi dapat menurunkan pH pada kisaran netral sekitar 6,6-7,5. 2) Pemberian *T. harzianum* dan kotoran dapat meningkatkan pertumbuhan vegetatif tanaman. Pemberian *T. harzianum* T14 pada kotoran sapi memiliki nilai tertinggi pada panjang tanaman sebesar 76 cm, panjang akar 22 cm, dan berat basah tajuk 14,96 g. Pemberian *T. harzianum* T10 pada kotoran sapi memiliki nilai tertinggi

pada berat tanaman segar 17,86 g, bobot basah akar 3,04 g, dan jumlah daun 8,88 helai. 3) Kompos yang paling baik untuk pertumbuhan tanaman mentimun adalah kompos dari kotoran sapi yang dikomposkan *T. harzianum* T14, karena memiliki nilai tertinggi pada variabel pengamatan panjang tanaman sebesar 76 cm, panjang akar 22 cm, dan berat basah tajuk 14,96 g

DAFTAR PUSTAKA

- Abdulrasheed, M., Ibrahim, H. I., Maigari, F. U., Umar, A. F., & Ibrahim, S. (2018). Effect of soil pH on composition and abundance of nitrite-oxidising bacteria. *Journal of Biochemistry, Microbiology and Biotechnology (JOBIMB)*, 6(1), 27–34.
- Adamczyk, B., Smolander, A., Kitunen, V., & Godlewski, M. (2010). Proteins as nitrogen source for plants. *Plant Signaling & Behavior*, 5(7), 817–819. <https://doi.org/10.4161/psb.5.7.11699>
- Amoo, A. E., & Babalola, O. O. (2017). Ammonia-oxidizing microorganisms: key players in the promotion of plant growth. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 17(4), 935–947. <https://doi.org/10.4067/S0718-95162017000400008>
- Bani, A., Pioli, S., Ventura, M., Panzacchi, P., Borruso, L., Tognetti, R., Tonon, G., & Brusetti, L. (2018). The role of microbial community in the decomposition of leaf litter and deadwood. *Applied Soil Ecology*, 126, 75–84. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2018.02.017>
- Basu, S., Bose, C., Ojha, N., Das, N., Das, J., Pal, M., & Khurana, S. (2015). Evolution of bacterial and fungal growth media. *Bioinformation*, 11(4),

- 182–184.
<https://doi.org/10.6026/97320630011182>
- Chairul, C. (2003). Identifikasi secara cepat bahan bioaktif pada tumbuhan di lapangan. *Berita Biologi*, 6(4), 621–628.
- Chen, J. H. (2006). The combined use of chemical and organic fertilizers and/or biofertilizer for crop growth and soil fertility. *International Workshop on Sustained Management of the Soil-Rhizosp Here Sistem for Efficient Crop Production and Fertilizer Use*, 1–11.
- Duan, Y. H., Zhang, Y. L., Ye, L. Y., Fan, X. R., Xu, G. H., & Shen, Q. R. (2007). Responses of rice cultivars with different nitrogen use efficiency to partial nitrate nutrition. *Ann. Bot.*, 99, 1153–1160.
- Fahmi, A., Radjaguguk, B., & Heru, P. . (2009). Kelarutan fosfat dan ferro pada tanah sulfat yang diberi bahan organik jerami padi. *J. Tanah Trop.*, 14(2), 151–156.
- Fumasoli, A., Bürgmann, H., Weissbrodt, D. G., Wells, G. F., Beck, K., Mohn, J., Morgenroth, E., & Udert, K. M. (2017). Growth of Nitrosococcus - Related Ammonia Oxidizing Bacteria Coincides with Extremely Low pH Values in Wastewater with High Ammonia Content. *Environmental Science & Technology*, 51(12), 6857–6866.
<https://doi.org/10.1021/acs.est.7b00392>
- Gallavotti, A. (2013). The role of auxin in shaping shoot architecture. *Journal of Experimental Botany*, 64(9), 2593–2608.
<https://doi.org/10.1093/jxb/ert141>
- Gong, W., Yan, X., & Wang, J. (2012). The effect of chemical fertilizer on soil organic carbon renewal and CO₂ emission—a pot experiment with maize. *Plant and Soil*, 353(1–2), 85–94. <https://doi.org/10.1007/s11104-011-1011-8>
- Gupta, K. K., Aneja, K. R., & Rana, D. (2016). Current status of cow dung as a bioresource for sustainable development. *Bioresources and Bioprocessing*, 3(1), 28. <https://doi.org/10.1186/s40643-016-0105-9>
- Halifu, S., Deng, X., Song, X., & Song, R. (2019). Effects of Two Trichoderma Strains on Plant Growth, Rhizosphere Soil Nutrients, and Fungal Community of Pinus sylvestris var. mongolica Annual Seedlings. *Forests*, 10(9), 758. <https://doi.org/10.3390/f10090758>
- Hanafiah, K. A. (2005). *Dasar-dasar Ilmu Tanah*. Raja Grafindo Persada.
- Haryono, J. (2007). *Pengaruh Pemasturan Medium Tanaman dan Pengendalian Hayati Terhadap Penyakit Busuk Hati Pada Pembibitan Pisang Di Persemaian PT. Nusantara Tropical Fruit Lampung*. Universitas Jenderal Soedirman.
- Heydari, A., & Pessarakli, M. (2010). A Review on Biological Control of Fungal Plant Pathogens Using Microbial Antagonists. *Journal of Biological Sciences*, 10(4), 273–290. <https://doi.org/10.3923/jbs.2010.273.290>
- Jannoura, R., Joergensen, R. G., & Bruns, C. (2014). Organic fertilizer effects on growth, crop yield, and soil microbial biomass indices in sole and intercropped peas and oats under organic farming conditions. *European Journal of Agronomy*, 52, 259–270.

- <https://doi.org/10.1016/j.eja.2013.09.001>
- Khater, E. S. G. (2015). Some Physical and Chemical Properties of Compost. *International Journal of Waste Resources*, 05(01), 172. <https://doi.org/10.4172/2252-5211.1000172>
- Khatoon, H., Solanki, P., Narayan, M., Tewari, L., & Rai, J. P. N. (2017). Role of microbes in organic carbon decomposition and maintenance of soil ecosystem. *International Journal of Chemical Studies*, 5(6), 1648–1656.
- Kotasthane, A., Agrawal, T., Kushwah, R., & Rahatkar, O. V. (2015). In-vitro antagonism of *Trichoderma* spp. against *Sclerotium rolfsii* and *Rhizoctonia solani* and their response towards growth of cucumber, bottle gourd and bitter gourd. *Eur. J. Plant Pathol.*, 141, 523–543.
- Kyuma, K. (2004). *Paddy Soil Science*. Kyoto University Press.
- Lahadassy, J., Mulyati, A. M., & Sanaba, A. H. (2007). Pengaruh konsentrasi pupuk organik padat daun gamal terhadap tanaman sawi. *Jurnal Agrisistem*, 3, 81–89.
- Martínez-Medina, A., Del Mar Alguacil, M., Pascual, J. A., & Van Wees, S. C. M. (2014). Phytohormone Profiles Induced by *Trichoderma* Isolates Correspond with Their Biocontrol and Plant Growth-Promoting Activity on Melon Plants. *Journal of Chemical Ecology*, 40(7), 804–815. <https://doi.org/10.1007/s10886-014-0478-1>
- Mokhele, B., Zhan, X., Yang, G., & Zhang, X. (2012). Review: Nitrogen assimilation in crop plants and its affecting factors. *Canadian Journal of Plant Science*, 92(3), 399–405. <https://doi.org/10.4141/cjps2011-135>
- Qiu, Z., Wu, X., Zhang, J., & Huang, C. (2017). High temperature enhances the ability of *Trichoderma asperellum* to infect *Pleurotus ostreatus* mycelia. *PLOS ONE*, 12(10), 1–16. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0187055>
- Rahimah, Mardhiansyah, M., & Yoza, D. (2015). Pemanfaatan kompos berbahan baku ampas tebu (*Saccharum* sp.) dengan bioaktivator *Trichoderma* spp. sebagai media tumbuh semai *Acacia crassicarpa*. *Jom Faperta*, 2(1), 1–17.
- Rajesh, R. W., Rahul, M. S., & Ambalal, N. S. (2016). *Trichoderma*: A significant fungus for agriculture and environment. *African Journal of Agricultural Research*, 11(22), 1952–1965. <https://doi.org/10.5897/AJAR2015.10584>
- Rubio, M. B., Hermosa, R., Vicente, R., Gómez-Acosta, F. A., Morcuende, R., Monte, E., & Bettiol, W. (2017). The Combination of *Trichoderma harzianum* and Chemical Fertilization Leads to the Deregulation of Phytohormone Networking, Preventing the Adaptive Responses of Tomato Plants to Salt Stress. *Frontiers in Plant Science*, 2(8), 1–14. <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.00294>
- Santoso, S. E., Soesanto, L., & Haryanto, T. A. D. (2007). Penekanan hayati penyakit molerpada bawang merah dengan *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma koningii*, dan *Pseudomonas fluorescens* P60. *Jurnal Hama Dan Penyakit Tumbuhan Tropika*, 7(1), 53–61.

- Saravanakumar, K., Fan, L., Fu, K., Yu, C., Wang, M., Xia, H., Sun, J., Li, Y., & Chen, J. (2016). Cellulase from *Trichoderma harzianum* interacts with roots and triggers induced systemic resistance to foliar disease in maize. *Scientific Reports*, 6(1), 35543. <https://doi.org/10.1038/srep35543>
- Savci, S. (2012). Investigation of Effect of Chemical Fertilizers on Environment. *APCBEE Procedia*, 1, 287–292. <https://doi.org/10.1016/j.apcbee.2012.03.047>
- Saxena, M., Saxena, J., Nema, R., Singh, D., & Gupta, A. (2013). Phytochemistry of medicinal plants. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 1(6), 168–182.
- Schwarze, F. W. M. R., Jauss, F., Spencer, C., Hallam, C., & Schubert, M. (2012). Evaluation of an antagonistic *Trichoderma* strain for reducing the rate of wood decomposition by the white rot fungus *Phellinus noxius*. *Biological Control*, 61(2), 160–168. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2012.01.016>
- Singh, R., Shukla, G., Kumar, A., Rani, A., & Girdharwal, V. (2015). Decomposition of wheat crop residues by fungi. *Journal of Academia and Industrial Research (JAIR)*, 4(1), 37–39.
- Singh, S. P., Singh, H. B., Singh, D. K., & Rakshit, A. (2014). *Trichoderma*-mediated enhancement of nutrient uptake and reduction in incidence of *Rhizoctonia solani* in tomato. *Egyptian Journal of Biology*, 16(1), 29–38. <https://doi.org/10.4314/ejb.v16i1.4>
- Soesanto, L., oedharmono, N. Prihatiningsih, A., Manan, E., Iriani, & Pramono, J. (2005). Potensi agensia hayati dan nabati dalam mengendalikan penyakit busuk rimpang jahe. *Jurnal Hama Dan Penyakit Tumbuhan Tropika*, 5(1), 50–57.
- Soesanto, L., & Rahayunati, R. F. (2009). Pengimbasan ketahanan bibit pisang Ambon Kuning terhadap penyakit layu *Fusarium* dengan beberapa jamur antagonis. *J. Hama Dan Penyakit Tumbuhan Tropika*, 9(2), 130–140.
- Stoate, C. (2001). Ecological impacts of arable intensification in Europe. *J Environ Manage*, 63(4), 337–365.
- Sukmawati. (2011). Beberapa perubahan sifat kimia alofan dari andisol setelah menyerap asam humat dan asam silikat. *Media Litbang Sulteng*, 4(2), 118–124.
- Sulistiyani, Zaman, B., & Oktiawan, W. (2017). Pengaruh penambahan lindi dan mol nasi basi terhadap waktu pengomposan sampah organik. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 6(2), 1–10.
- Sumpena, U. (2001). *Budidaya Mentimun Intensif dengan Mulsa Secara Tumpang Gilir*. Penebar Swadaya.
- Surtinah. (2013). Pengujian kandungan unsur hara dalam kompos yang berasal dari serasah tanaman jagung manis (*Zea mays saccharata*). *Jurnal Ilmiah Pertanian*, 11(1), 16–26.
- Taufik, M. (2011). *Aplikasi Rhizobakteri dan Trichoderma spp. Terhadap Pertumbuhan Tanaman dan Kejadian Penyakit Busuk Pangkal Batang dan Kuning Pada Tanaman Lada (Piper nigrum L). Hasil Penelitian disampaikan dalam Seminar dan Pertemuan Tahunan XXI PEI, PFI Komda Sulawesi*.
- Wagh, S. P., & S.V., G. (2015). Effect of cow-dung slurry and *Trichoderma* spp. on quality and decomposition of

teak and bamboo leaf compost.
Research Journal of Agriculture and Forestry Sciences, 3(2), 1–4.

Wulandari, D., Zulfita, D., & Surachman. (2012). Pengaruh pengomposaner *Trichoderma harzianum* terhadap pertumbuhan dan hasil sawi hijau pada tanah gambut. *Jurnal Sains Mahasiswa Pertanian*, 2(1).

Yelianti, Kasih, U., Kasim, M., & Husin, E. F. (2009). Kualitas pupuk organik hasil pengomposanis beberapa bahan organik dengan pengomposanernya. *J. Akta Agtosia*, 12(1), 1–7.

Zhang, S., Gan, Y., & Xu, B. (2016). Application of Plant-Growth-Promoting Fungi *Trichoderma longibrachiatum* T6 Enhances Tolerance of Wheat to Salt Stress through Improvement of Antioxidative Defense System and Gene Expression. *Frontiers in Plant Science*, 6(7), 1405. <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.01405>

Zhao, D., Reddy, K. R., Kakani, V. G., & Reddy, V. R. (2005). Nitrogen deficiency effects on plant growth, leaf photosynthesis, and hyperspectral reflectance properties of sorghum. *Europ. J. Agronomy*, 22, 391–403.